

## 소아청소년 개방안구손상 환자에서의 시력예후와 안외상 점수와의 연관성

### The Relationship between Visual Outcome and Ocular Trauma Score after Open Globe Injuries in Children

박수진<sup>1,2</sup> · 손병재<sup>1,2</sup>

Su Jin Park, MD<sup>1,2</sup>, Byeong Jae Son, MD<sup>1,2</sup>

경북대학교 의과대학 안과학교실<sup>1</sup>, 경북대학교병원 안과<sup>2</sup>

Department of Ophthalmology, School of Medicine, Kyungpook National University<sup>1</sup>, Daegu, Korea

Department of Ophthalmology, Kyungpook National University Hospital<sup>2</sup>, Daegu, Korea

**Purpose:** We evaluated the prognostic factors of open globe injuries in children and adolescents, and compared the ocular trauma score (OTS) and pediatric penetrating ocular trauma score (POTS).

**Methods:** We performed a retrospective review of 77 children under 18 years of age who visited our clinic with open globe injuries between May 1993 and April 2014. We investigated the factors that may affect final visual acuity. We also compared the OTS and POTS using receiver operating characteristic curves as a method to predict final visual acuity.

**Results:** By univariate analysis, an initial visual acuity less than 20/200, globe rupture, wound size greater than 7.0 mm, retinal detachment, lens dislocation, and total number of operations contributed to worse visual outcomes (<20/200). Conversely, central corneal involvement, traumatic cataract, wound size less than 7.0 mm, and initial visual acuity greater than 20/200 were better prognostic indicators ( $\geq 20/32$ ). Both OTS and POTS had diagnostic value as a predictor of final visual acuity, although there were no statistically significant differences between the two scoring systems.

**Conclusions:** Initial visual acuity and wound size are important prognostic factors for the final visual acuity in children and adolescent, following open globe injuries. Both OTS and POTS are reliable prognostic models for open globe injuries in children and adolescents.

J Korean Ophthalmol Soc 2018;59(11):1062-1070

**Keywords:** Ocular trauma score, Open globe injury, Pediatric penetrating ocular trauma score

■ Received: 2018. 6. 21.      ■ Revised: 2018. 8. 7.

■ Accepted: 2018. 10. 21.

■ Address reprint requests to **Byeong Jae Son, MD**  
Department of Ophthalmology, Kyungpook National University  
Hospital, #130 Dongdeok-ro, Jung-gu, Daegu 41944, Korea  
Tel: 82-53-200-5806, Fax: 82-53-426-6552  
E-mail: supersbj@daum.net

\* Acknowledgement: This work was supported by Biomedical  
Research Institute grant, Kyungpook National University  
Hospital (2015).

\* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

개방안구손상은 안구 전층의 손상을 의미하며 소아에서 실명을 일으킬 수 있는 주요 원인 중 하나이다.<sup>1,2</sup> 전세계적으로 매년 10만 명당 3.5명의 개방안구손상 환자가 발생하는 것으로 보고된 바 있고,<sup>3</sup> 그중 약 20-50%가 소아(children)라고 알려져 있어 소아의 개방성 안외상은 전체 안과외상에서 큰 비중을 차지하고 있다.<sup>4</sup>

이전에 보고된 바에 따르면 개방안구손상 환자의 최종시력에 영향을 주는 예후 인자로 환자의 나이,<sup>5,6</sup> 상대구심동 공운동장애 유무,<sup>7,8</sup> 외상기전,<sup>9,10</sup> 초기시력,<sup>8,11</sup> 창상의 길이 및 크기,<sup>11,12</sup> 창상의 위치,<sup>11,13</sup> 전방출혈,<sup>14</sup> 안구 내 이물의

존재 및 종류,<sup>13</sup> 망막박리,<sup>15,16</sup> 유리체출혈,<sup>17,18</sup> 수정체 손상<sup>19,20</sup> 등이 보고된 바 있다. 그리고 소아 개방안구손상의 경우 특히 초기시력,<sup>21,22</sup> 상대구심동공운동장애,<sup>22</sup> 유리체출혈,<sup>22</sup> 망막박리,<sup>23,24</sup> 전방출혈,<sup>22</sup> 안내염<sup>22</sup> 등이 최종시력과 관련 있는 것으로 보고되었다.

안외상 환자를 조기에 평가하고 적절하게 치료하기 위해 최종시력을 예측하는 몇 가지 평가 방법이 제시된 바 있다. 2002년에 Kuhn et al<sup>25</sup>이 미국과 헝가리의 2,500명의 환자를 대상으로 예후 인자를 분석하여 안외상 점수(ocular trauma score, OTS)를 고안하였다(Table 1). 외상 후 초기시력, 안구파열, 안내염, 관통상, 망막박리, 상대구심동공운동장애 여부에 따라 점수를 부여하고, 총점에 따라 범주를 나누어 개방안구손상 환자의 최종시력예후를 예측하는 방법이다. 이후 여러 연구에서 OTS가 최종시력의 예측에 유용하다고 보고되었다.<sup>20,26-30</sup> 하지만 성인과 소아는 외상 양상이 다르며, 나이에 따라 초기시력을 측정할 수 없거나 측정하더라도 부정확한 경우가 많다. 따라서 Acar et al<sup>21</sup>은 OTS에 나이, 창상의 위치에 따른 점수 항목을 새롭게 추가하고 측정하기 힘든 상대구심동공운동장애 항목을 제외하였으며, 초기시력을 측정하기 어려운 경우 점수로 환산할 수 있는 계산법을 추가하여 새로운 소아 안외상 점수 체계(pediatric penetrating ocular trauma score, POTS)를 고안하였다(Table 2). 또한 OTS와 마찬가지로 소아의 최종시력과 POTS 점수 사이 유의한 상관관계가 있다고 보고하였다.

지금까지 국내에서 안외상 환자들을 대상으로 OTS를 적용한 몇몇 연구들은<sup>30,31-33</sup> 있었으나 소아청소년 시기의 개방안구손상 환자들을 대상으로 OTS 및 POTS를 적용한 연구는 없었다. 이에 본 저자들은 소아청소년 개방안구손상 환자의 임상 양상을 분석하여 최종시력을 예측할 수 있는 인자를 알아보고, 최종시력을 예측하는 방법으로 OTS와

POTS를 평가해 보고자 한다.

## 대상과 방법

1993년 5월부터 2014년 4월까지 개방안구손상으로 본원에 내원한 18세 이하 소아청소년 환자 77명 77안을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 의무 기록에 대한 연구는 본원의 연구윤리심의위원회(institutional review board, IRB)의 승인을 받았으며, 헬싱키선언(Declaration of Helsinki)을 준수하였다. 수술 후 6개월 이상 경과관찰한 환자를 대상으로 하였으며, 개방안구손상이 아닌 환자와 초기시력이 기술되어 있지 않은 환자, 숫자를 읽지 못하여 시력을 측정할 수 없었던 환자는 제외하였다. 조사 내용에는 성별, 나이, 편측성, 안구손상 원인, 장소, 의도성, 개방안구손상 유형(열상, 관통상, 안구 내 이물질, 천공상, 안구파열), 안외상 점수에 포함되는 인자(초진 시력, 안내염, 관통상, 망막박리, 안구파열, 상대구심동공장애 유무), 각막중심 침범 유무, 손상 길이, 손상 위치, 전방출혈, 홍채 손상, 수정체 손상, 유리체출혈, 증식유리체망막병증, 안검열상, 안와골절, 구후출혈, 손상 후 첫 수술까지 소요시간, 총 수술 횟수 등을 조사하였다.

Table 2. POTS variables and scoring

Variables	Raw points
Initial visual acuity	
NLP	10
LP/HM	20
Counting fingers	30
0.1-0.5	40
0.6-1.0	50
Age of the pediatric patients (years)	
0-5	10
6-10	15
11-15	25
Wound location	
Zone I	25
Zone II	15
Zone III	10
Concomitant eye pathologies	
Iris prolapse	-5
Hyphema	-5
Organic/unclean injury	-5
Delay of surgery (> 48 hours)	-5
Traumatic cataract	-10
Vitreous haemorrhage	-20
Retinal detachment	-20
Endophthalmitis	-30

Values are presented as number.

POTS = pediatric penetrating ocular trauma score; NLP = no light perception; LP = light perception; HM = hand motion.

Table 1. OTS variables and scoring

Variables	Raw points
Initial visual acuity	
NLP	60
LP/HM	70
1/200-19/200	80
20/200-20/50	90
≥20/40	100
Rupture	-23
Endophthalmitis	-17
Perforating injury	-14
Retinal detachment	-11
Afferent pupillary defect	-10

Values are presented as number.

OTS = ocular trauma score; NLP = no light perception; LP = light perception; HM = hand motion.

조사 내용을 바탕으로 OTS와 POTS를 각각 계산하였다. 먼저 OTS의 경우 초기시력에 따라 점수를 부여하고 동반 인자(안구파열, 안내염, 관통상, 망막박리, 상대구심동공장애)가 있을 경우 점수를 감산하여 최종 점수를 계산하였다 (Table 1). 또한 최종 점수를 5개의 OTS category로 나누어 분석에 사용하였다. POTS의 경우 초기시력을 기준으로 점수를 부여한 뒤 나이, 창상의 위치에 따라 점수를 합산하였다. 그 후 동반인자(홍채탈출, 전방출혈, 유리물체에 의한 손상, 48시간 이상의 수술 지연, 외상백내장, 유리체출혈, 망막박리, 안내염)의 유무에 따라 점수를 감산하여 최종 점수를 계산하였다(Table 2). 더불어 POTS는 초기시력을 측정하기 어려운 경우 환자의 나이, 창상의 위치 그리고 동반된 병인을 참고하여 간접적으로나마 점수로 환산할 수 있는 계산법도 제시하였으나 본 연구에서는 시력을 측정할 수 있었던 환자만을 대상으로 하였기 때문에 계산법을 사용하지 않았다.

안구손상 유형에 관련된 용어는 Birmingham Eye Trauma Terminology의 정의를 참고하여 안구 열상은 날카로운 물체에 의한 안구 전층의 손상을 의미하며, 그 중 안구 내 이물질은 하나 이상의 이물질이 안구 안에 있는 경우, 관통상은 사입구는 있으나 사출구는 없는 경우, 천공상은 사입구, 사출구가 모두 있는 경우로 하였다. 그리고 안구파열은 무딘 물체에 의한 안구 전층의 손상으로 정의하였다.<sup>27</sup>

손상 원인은 보호자의 진술에 근거하였으며 창상 위치는 ocular trauma classification group의 정의에 따라 3개의 구역으로 나누어 기술하였다. 1구역은 각막과 각막윤부에 국한된 손상, 2구역은 각막윤부로부터 5 mm 이내 공막의 손상, 3구역은 각막윤부로부터 5 mm 이상 떨어진 공막의 손상으로 정의하였다.<sup>32</sup>

초기시력과 최종시력은 최대교정시력을 사용하였으며, 불량한 초기시력은 초기시력이 20/200 미만인 경우로 정의하였다. 최종시력은 마지막 수술 이후 최소 6개월 이상 경과관찰 후 측정한 최대교정시력을 사용하였고 불량한 최종시력은 20/200 미만의 경우, 좋은 최종시력은 20/32 이상으로 정의하였다. 불량한 시력의 기준은 international classification of diseases-10,11에 제시된 visual impairment category에서 severe visual impairment의 기준(20/400 이상, 20/200 미만)을 참고하여 20/200 미만으로 정의하였고, 좋은 시력의 기준은 POTS 점수 계산 시 초기시력이 0.6-1.0인 그룹에 가장 높은 점수를 부여하는 것을 참고로 하여 20/32 이상으로 정의하였다.

통계적 검정 방법은 SPSS, Version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 각 예후 인자와 최종시력의 연관성을 알아보기 위해 Fischer's exact test, Chi-

square test, *t*-test를 이용한 단변량 분석 및 Binary logistic regression을 이용한 다변량 분석을 시행하였다. 불량한 최종시력과 좋은 최종시력을 예측하는 방법으로 OTS와 POTS의 변별력을 알아보기 위해 수신자 조작 특성 receiver operating characteristic (ROC) 곡선을 이용하였다. 두 모형의 ROC 곡선의 area under the curve (AUC) 차이를 검정하기 위해서 Delong's test를 이용하였다. 유의 수준은 *p*값 0.05 미만으로 정하였다.

## 결 과

개방안구손상이 발생한 소아청소년 77명의 평균 나이는  $10.82 \pm 5.34$ 세였으며, 남자가 60명(77.9%) 여자가 17명(22.1%)이었다. 손상 장소는 실내가 42안(54.6%), 실외 31안(42.9%), 알 수 없는 경우가 2안(2.6%)이었다. 실내 중에서는 31안(40.3%)으로 집안이 가장 많았으며, 그 다음이 학교 7안(9.1%)이었다. 실외에서는 운동장이 7안(9.1%)으로 가장 많았다. 손상 기전은 날카로운 물체에 의한 손상이 52안(67.5%)으로 가장 많았으며, 그 중 안경이 11안(14.3%), 펜이 10안(13.0%) 순서였다. 25안(32.5%)은 무딘 물체에 의한 손상이었다. 병원 내원 후 첫 수술까지 걸린 평균 시간은  $10.02 \pm 8.82$ 시간이었고, 평균 경과관찰기간은  $50.64 \pm 58.53$ 개월이었다(Table 3).

안구손상 유형은 열상이 57안(74%)으로 가장 많았고, 그 중 관통상이 47안(61%), 안구 내 이물질이 10안(13%)이었으며 천공상은 한 명도 없었다. 안구파열은 20안(26%)이었다(Table 4). 내원 환자 중 초기시력은 1/200-19/200인 경우가 27안(35.0%)로 가장 많았고, 최종시력은 20/40 이상인 경우가 50안(64.9%)으로 가장 많았다(Table 5).

OTS 범주에 따른 최종시력 분포를 비교한 결과 OTS 점수가 높을수록 최종시력이 높은 경향이 있으며 통계적으로 유의한 결과를 보였다. POTS 범주에 따른 최종시력 분포를 비교한 결과도 POTS 점수가 높을수록 최종시력이 높은 경향이 있으며 통계적으로 유의한 결과를 보였다(Table 6).

20/200 미만의 불량한 최종시력 및 20/32 이상의 좋은 최종시력과 관련 있는 인자를 알아보기 위해 단변량 분석을 시행하였다(Table 7). 성별, 나이, 손상 장소, 손상 위치, 유리체탈출, 증식유리체망막병증, 안내염, 수술 지연시간, 홍채탈출, 전방출혈, 유리체출혈, 유리물체에 의한 손상은 불량한 최종시력 및 좋은 최종시력과 유의한 관련이 없었으나, 20/200 미만의 초기시력( $p=0.001$ ), 안구파열( $p=0.033$ ), 손상 크기( $p=0.025$ ), 망막박리( $p=0.008$ ), 수정체이탈( $p=0.046$ ), 총수술 횟수( $p=0.004$ ), OTS ( $p<0.001$ ) 그리고 POTS ( $p<0.001$ )는 불량한 최종시력과 유의한 관련성이 있었다. 반면에 20/32

이상의 좋은 최종시력의 경우 20/200 이상의 초기시력( $p=0.011$ ), 각막중심 침범 유무( $p=0.022$ )와 손상 크기( $p=0.025$ ), 외상 백내장 유무( $p=0.009$ )에 대해서만 유의한 관련성이 있었다 (Table 7). 그러나 단변량 분석에서 불량한 최종시력과 유의한 관련성을 보인 6개의 항목(OTS, POTS 제외)에 대하여 이분형 로지스틱 회귀 분석을 이용한 다변량 분석을 시

행한 결과 불량한 최종시력과 유의한 관련성을 보이는 인자는 없었다.

불량한 최종시력과 좋은 최종시력을 예측하는 방법으로 OTS와 POTS의 진단적 유용성을 알아보기 위해 수신자 조작 특성(ROC)곡선을 이용하여 분석해 보았다(Fig. 1, 2). OTS와 POTS 모두 불량한 최종시력(<20/200)을 예측하는 진단적 방법으로 가치가 있었으며( $p<0.001$ ), OTS (AUC=0.912) 가 POTS (AUC=0.807)에 비해서 불량한 시력예후를 예측하는데 있어 좀 더 정확한 능력을 보여주었지만, 통계학적으로 큰 차이는 없었다( $Z=1.673$ ,  $p=0.094$ ) (Fig. 1). 또한 최종시력이 20/32 이상인 좋은 시력을 예측하는 경우 OTS와 POTS 모두 진단적 방법으로 가치가 있었고( $p<0.001$ ) 둘 사이에 통계학적으로 차이는 없었으나( $Z=1.113$ ,  $p=0.266$ ), 불량한 시력예후를 예측할 때 보다 예측도가 낮았다(AUC=0.771 and 0.701) (Fig. 2).

**Table 3.** Characteristics of the patients at baseline

	Values
Age (years)	10.82 ± 5.34 (1-18)
Sex	
Male	60 (77.9)
Female	17 (22.1)
Place of injury	
Indoor	42 (54.6)
Home	31 (40.3)
School	7 (9.1)
Other indoor	4 (5.2)
Outdoor	33 (42.9)
Playground	7 (9.1)
Work	4 (5.2)
In car	4 (5.2)
Other outdoor	18 (23.4)
Unknown	2 (2.6)
Cause of injury	
Sharp things	52 (67.5)
Glasses	11 (14.3)
Pencil/pen	10 (13.0)
Glass	6 (7.8)
Knife	5 (6.5)
Branch	4 (5.2)
Scissors	4 (5.2)
Other	12 (15.6)
Blunt things	25 (32.5)
Wooden stick	3 (3.9)
Stone	2 (2.6)
Assault	2 (2.6)
Other	18 (23.4)
Unknown	5 (6.5)
Follow-up periods (months)	50.64 ± 58.53
Delay of surgery (hours)	10.02 ± 8.82

Values are presented as mean ± standard deviation (range) or number (%).

**Table 4.** The injury types

Injury type	Values
Laceration	57 (74)
Penetrating	47 (61)
Intraocular foreign body	10 (13)
Perforating	0 (0.0)
Rupture	20 (26)

Values are presented as number (%).

**Table 5.** Initial and final visual acuity

Visual acuity	Initial visual acuity	Final visual acuity
NLP	3 (3.9)	3 (3.9)
LP/HM	16 (20.8)	2 (2.6)
1/200-19/200	27 (35.0)	12 (15.3)
20/200-20/50	13 (16.9)	10 (13.0)
20/40 or better	18 (23.4)	50 (64.9)

Values are presented as number (%).

NLP = no light perception; LP = light perception; HM = hand motion.

**Table 6.** Final visual acuity outcomes based on OTS and POTS

OTS/POTS score	OTS & POTS category	NLP	LP/HM	1/200-19/200	20/200-20/40	20/32 or better
0-44/≤45	1	2/3	1/0	2/0	0/0	0/0
45-65/46-64	2	1/2	1/0	5/0	1/0	8/0
66-80/65-79	3	0/4	0/6	5/0	9/0	20/1
81-91/80-89	4	0/5	0/8	0/2	0/4	9/1
92-100/90-100	5	0/4	0/4	0/10	0/7	13/6

Values are presented as number. Jonckheere-Terpstra test: OTS (4.531,  $p < 0.001$ ), POTS (3.275,  $p < 0.001$ ).

OTS = ocular trauma score; POTS = pediatric penetrating ocular trauma score; NLP = no light perception; LP = light perception; HM = hand motion.

**Table 7.** Univariate analysis of potential predictive factors for poor and good visual outcome

Parameters	Poor visual outcomes (final visual acuity < 20/200)		Odds ratio (95% CI)	p-value	Good visual outcomes (final visual acuity ≥ 20/32)		Odds ratio (95% CI)	p-value
	Yes	No			No	Yes		
Sex			0.899 (0.250-3.226)	1.000*			1.061 (0.345-3.269)	0.917†
Male (n = 60)	13 (21.7)	47 (78.3)			22 (36.7)	38 (63.3)		
Female (n = 17)	4 (23.5)	13 (76.5)			6 (35.3)	11 (64.7)		
Injury type			3.556 (1.133-11.154)	0.033*			0.493 (0.157-1.544)	0.219†
Laceration (n = 55)	9 (15.8)	48 (84.2)			23 (40.4)	34 (59.6)		
Rupture (n = 22)	8 (40.0)	12 (60.0)			5 (25.0)	15 (75.0)		
Cornea center			0.764 (0.249-2.339)	0.636†			3.022 (1.153-7.925)	0.022†
No (n = 46)	11 (23.9)	35 (76.1)			12 (26.1)	34 (73.9)		
Yes (n = 31)	6 (19.4)	25 (80.6)			16 (51.6)	15 (48.4)		
Location 1			0.536 (0.089-3.210)	0.608*			1.156 (0.198-6.748)	1.000*
Zone 1, 2 (n = 71)	15 (21.1)	56 (78.9)			26 (36.6)	45 (63.4)		
Zone 3 (n = 6)	2 (33.3)	4 (66.7)			2 (33.3)	4 (66.7)		
Location 2			0.445 (0.147-1.344)	0.146†			0.618 (0.232-1.646)	0.334†
Zone 1 (n = 52)	9 (17.3)	43 (82.7)			17 (32.7)	35 (67.3)		
Zone 2, 3 (n = 25)	8 (32.0)	17 (68.0)			11 (44.0)	14 (56.0)		
Wound size			3.960 (1.247-12.571)	0.025*			3.316 (1.35-9.687)	0.025†
< 7.0 mm (n = 58)	9 (15.5)	49 (84.5)			17 (29.3)	41 (70.7)		
≥ 7.0 mm (n = 19)	8 (42.1)	11 (57.9)			11 (57.9)	8 (42.1)		
Initial VA			16.000 (1.993-128.418)	0.001†			3.819 (1.320-11.050)	0.011†
< 20/200 (n = 46)	16 (34.8)	30 (65.2)			22 (47.8)	24 (52.2)		
≥ 20/200 (n = 31)	1 (3.2)	30 (96.8)			6 (19.4)	25 (80.6)		
Traumatic cataract			0.341 (0.107-1.088)	0.062†			3.412 (1.336-8.714)	0.009†
No (n = 38)	5 (13.2)	33 (86.8)			13 (32.5)	27 (67.5)		
Yes (n = 39)	12 (30.8)	27 (69.2)			23 (62.2)	14 (37.8)		
Retinal detachment			18.154 (1.872-176.087)	0.008*			0.848 (0.133-5.407)	1.000*
No (n = 72)	13 (18.1)	59 (81.9)			26 (36.1)	46 (63.9)		
Yes (n = 5)	4 (80.0)	1 (20.0)			2 (40.0)	3 (60.0)		
Lens dislocation			5.000 (3.180-7.862)	0.046*			0.563 (0.034-9.358)	1.000*
No (n = 75)	15 (20.0)	60 (80.0)			27 (36.0)	48 (64.0)		
Yes (n = 2)	2 (100.0)	0 (0.0)			1 (50.0)	1 (50.0)		
Age (years)	12.24 ± 6.11	10.41 ± 5.14		0.221‡	11.61 ± 5.91	10.36 ± 5.06		0.334‡
Delay time to first surgery	10.02 ± 8.82	10.53 ± 9.62		0.347‡	11.0 ± 11.47	9.46 ± 6.96		0.468‡
Total surgery numbers	2.53 ± 1.66	1.18 ± 0.54		0.004‡	1.61 ± 1.10	1.40 ± 1.03		0.431‡
OTS score	52.47 ± 15.06	80.95 ± 14.27		< 0.001‡	69.57 ± 15.46	77.57 ± 19.78		0.070‡
POTS score	57.07 ± 23.68	63.75 ± 19.10		< 0.001‡	52.32 ± 23.43	59.79 ± 23.62		0.185‡

Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

CI = confidence interval; VA = visual acuity; OTS = ocular trauma score; POTS = pediatric penetrating ocular trauma score.

\*Fisher's exact test; †Chi-square test; ‡t-test.

## 고 찰

안외상의 빈도, 원인, 나이, 장소 등은 시대적, 지역적, 사회적인 특수성에 따라 달라질 수 있다. 과거 90년 대 이전의 보고에서는 전체 안외상 환자 중 20세 이하의 안외상 발생 빈도를 18-45%로 다양하게 보고하였으며,<sup>34,35</sup> 90년대 Oh and Ahn<sup>36</sup>은 15.4%로 보고하였다. 2010년 질병관리본부에서 시행한 학술연구용역사업의 연구결과에 따르면 전체 개방안손상 환자 중 20세 이하 환자는 18.9%를 차지하였다.<sup>37</sup> 조사 시기, 조사 지역, 인구 구성 등이 서로 다르므로 절대적인 비교는 어렵지만 과거에 비해 소아 안외상의

빈도는 감소하는 경향이 있다. 이것은 과거에 비해 한 가구당 자녀수의 감소와 그에 따른 부모의 집중적인 관리가 가능한 점, 그리고 외상에 대한 인식 및 주의가 개선되었기 때문인 것으로 생각된다.

소아 안손상의 남녀 발생빈도를 살펴보면 과거 여러 보고<sup>2,5,8,30,34-36</sup>에서 2.4-4.9배로 남아에서 더 많이 발생하는 것으로 알려져 있고, 본 연구에서도 남자는 전체 환자의 77.9%로 남자에서 발생할 가능성이 3.52배 더 높아 이전 연구들과 비슷한 결과를 보였다. 이것은 소아청소년 시기에 남자가 여자에 비해 활동적이고 위험한 놀이 및 운동을 많이 하는 등 안외상이 발생할 수 있는 환경에 더 많이 노

출되는 것과 관련이 있는 것으로 보인다.

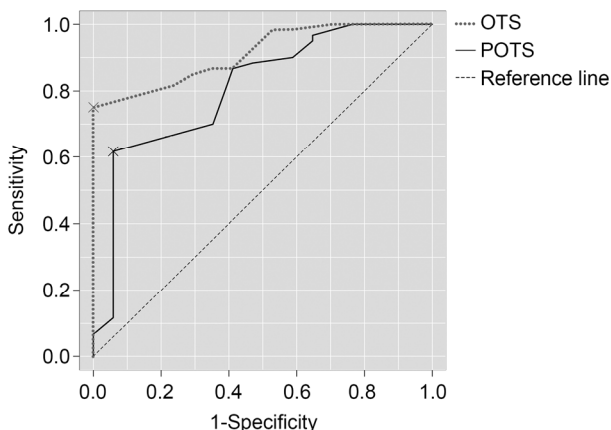
본 연구에서 손상 장소는 실외보다 실내에서 더 많이 발생했고 그 중 40.3%가 집안에서 발생하여 가장 높은 빈도를 보였고 그 다음이 학교(9.1%) 및 운동장(9.1%) 순이었다. 과거 Oh and Ahn<sup>36</sup>의 연구에서도 집에서 발생하는 경우가 32.1%로 가장 많았으며 학교는 21.4%를 차지하여 비슷한 빈도를 보였다. 소아청소년의 경우 성인에 비해 집과 학교 그리고 운동장에서 보내는 시간이 많기 때문에 자연스럽게 안손상이 집과 학교 등에서 가장 많이 발생하는 것으로 생각되며, 따라서 가정 및 학교에서 발생할 수 있는 안전사고 예방 및 교육이 중요하고 보호자들의 더 많은 관심과 주의가 필요하겠다.

본 연구에서 외상의 원인으로는 날카로운 것에 의한 손상(67.5%)이 가장 많았고 그 중 안경과 펜(27.3%)이 대부분을 차지했다. 과거의 연구들에서도 날카로운 물체에 의한 것이 많았는데, 종류는 나뭇가지에 의한 것이 가장 많은 비중을 차지했었다.<sup>35,38</sup> 본 연구에서 나뭇가지는 5.2%로 낮게 나타나 과거의 연구와는 차이가 있었는데, 이는 과거에 비해 소아청소년들의 활동영역이 야외 놀이활동보다 학교와 실내에서 보내는 시간이 많아졌기 때문으로 사료된다.

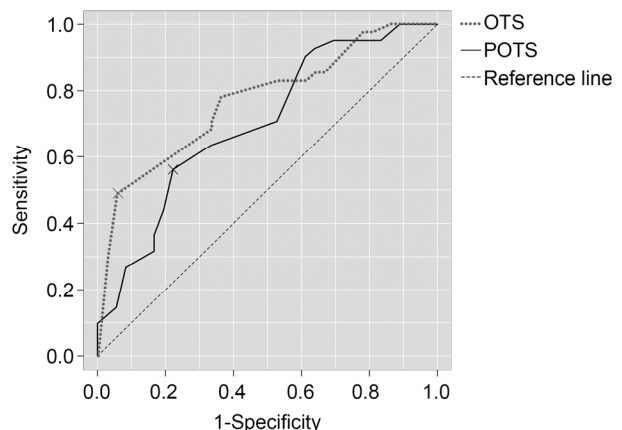
최종시력이 20/200 이상인 환자의 비율은 약 77.9%, 20/40 이상인 환자는 64.9%로, 이전의 연구들<sup>21,22,30,39</sup>에 비해 최종시력이 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 손상 후 첫 수술까지의 소요시간이 평균 10시간으로 다른 연구에 비해 빠른 시간 내에 수술이 이루어졌고, 이로 인해 안내염

(총 3안) 또는 증식성유리체망막병증(총 3안) 등의 합병증을 동반한 환자의 비율이 낮기 때문인 것으로 보인다. 더불어 과거에 비해 수술 장비와 재료, 미세수술법의 발전도 수술 후 시력예후에 좋은 영향을 미친 것으로 생각된다.

단변량 분석을 통해 최종시력이 불량한 경우와 좋은 경우에 영향을 줄 수 있는 인자를 확인한 결과 초기시력이 20/200 미만인 경우, 7.0 mm 이상의 손상 크기, 안구파열, 망막박리, 수정체이탈, 수술 횟수가 많은 경우 불량한 최종시력예후와 관련 있었다. 그리고 각막중심 침범 유무, 외상 백내장 유무, 7.0 mm 미만의 손상 크기, 20/200 이상의 초기시력을 가지는 경우 20/32 이상의 좋은 최종시력과 유의한 관련성이 있었다. 이 결과는 이전의 다른 연구들과 비슷한 경향을 보이는데, Kim and Yu<sup>40</sup>의 연구에서 초진 시력, 수정체 손상, 후안부 손상, 수술 횟수 등이 최종시력과 유의한 관련이 있었다고 보고했고, Read and Canuoto<sup>41</sup>는 백내장과 6.0 mm 이상의 손상이 발생할 경우 0.5 미만의 불량한 시력예후와 관련이 있다고 하였다. 안구손상 크기가 클수록, 여러 차례 수술을 시행한 경우, 수정체이탈이 있는 경우 초기 손상이 심했을 가능성이 높기 때문에 불량한 최종시력과 관련이 높다고 생각된다. 특히 안구파열이나 망막박리와 같이 후극부까지 손상된 경우 비가역적인 손상으로 인해 불량한 시력예후를 보이고, 각막중심부 침범, 외상 백내장 같은 전안부 손상은 손상 후 조기 수술과 수술 후 가림치료와 같은 재활을 통해 시력이 향상될 가능성이 있으므로 향후 좋은 시력예후와 관련 있는 것으로 보인다. 따



**Figure 1.** ROC curve analysis for predicting poor vision outcome. ROC curves of OTS (AUC = 0.912) and POTS (AUC = 0.807) for predicting poor vision outcome (final visual acuity < 20/200) in the patients (OTS, POTS:  $p < 0.001$ ). ROC = receiver operating characteristic; OTS = ocular trauma score; AUC = area under the curve; POTS = pediatric penetrating ocular trauma score.



**Figure 2.** ROC curve analysis for predicting good vision outcome. ROC curves of OTS (AUC = 0.771) and POTS (AUC = 0.701) for predicting good vision outcome (final visual acuity  $\geq 20/32$ ) in the patients (OTS, POTS:  $p < 0.001$ ). OTS = ocular trauma score; POTS = pediatric penetrating ocular trauma score; ROC = receiver operating characteristic; AUC = area under the curve.

라서 소아청소년 안손상이 전안부에 국한될 경우, 보다 적극적인 치료와 수술 후 가림치료 등의 재활을 시행해야 할 것이다.

기존의 연구들에서 OTS와 최종시력예후와 유의한 관련성이 있으며,<sup>20,26-30</sup> Acar et al<sup>21</sup>은 POTS와 소아청소년의 최종시력예후와 유의한 관련성이 있음을 보고하였다. 국내의 소아청소년 개방안구손상 환자를 대상으로 OTS와 POTS를 적용한 사례는 없기에 본 연구에서는 OTS와 POTS를 모두 적용해 보았다. OTS의 경우 OTS 점수가 45미만인 경우 모두 최종시력이 20/200 미만이었고, OTS 점수가 81 이상인 경우 최종시력이 모두 20/40 이상이었다. 이 결과는 OTS 점수가 높을수록 좋은 최종시력을 예측할 수 있음을 보여준다( $p<0.001$ ). 반면에 POTS 경우 POTS 점수가 64점 이하일 때 최종시력이 모두 no light perception (NLP)이었지만 POTS 점수가 80점 이상인 경우 최종시력이 NLP부터 20/32 이상까지 전 영역에 걸쳐 다양하게 분포하는 모습을 볼 수 있어 OTS보다 최종시력을 예상하기에 다소 어려운 점이 있었다. 하지만 POTS도 최종시력을 예측함에 있어 통계적으로는 유의한 결과를 보여주었고( $p<0.001$ ), OTS와는 달리 나이가 어리거나 의식 상태가 좋지 않아 시력 측정이 어려운 경우에도 사용할 수 있어 유용한 평가 방법으로 생각된다.

OTS와 POTS 평가 방법이 소개된 이후 안외상 환자의 시력예후를 예측하기 위하여 많은 연구자들이 OTS와 POTS를 적용한 연구들을 발표하였다. 그 중 Zhu et al<sup>22</sup>이 관통상 이후 외상백내장이 발생한 소아의 시력예후를 예측하는 모델로 OTS와 POTS를 ROC 곡선을 이용하여 비교 분석하였다. 좋은 시력과 불량한 시력을 예측하는 모델로 두 가지 모두 유용하였고, 좋은 시력보다 불량한 시력을 예측할 때 더 좋은 결과를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서도 OTS와 POTS 모두 불량한 시력 및 좋은 시력을 예측하는 모델로서 진단적 가치를 보였으나, 좋은 시력보다는 불량한 시력을 예측하는 경우 좀 더 좋은 결과를 보였다. 또한 AUC를 비교해 보았을 때 OTS가 POTS에 비하여 진단적 유용성이 좀 더 높게 나타났으나 통계적으로 큰 차이는 없어 소아청소년 개방안구손상 환자들에서 불량한 최종시력을 예측하는 데 있어 OTS 및 POTS 모두 유용한 평가 방법이라고 생각한다.

본 연구에서 통계학적으로는 차이가 없었지만, 최종시력을 예측하는 데 있어 OTS가 POTS보다 좀 더 유용한 것으로 나타났는데, 이는 다음과 같은 이유들이 영향을 준 것으로 생각된다. 첫째, 본 연구는 소아뿐만 아니라 18세까지의 청소년을 포함시켰기 때문에 POTS 점수 산정 시 16-18세 환자들은 11-15세 그룹과 같이 25점을 부여하여 실제보다

저평가되었다. 둘째, 모든 환자가 48시간 이내 수술이 시행되어 POTS에 영향을 주지 못했고, 그 외 유기물에 의한 손상, 홍채탈출, 전방출혈, 상처위치 등 POTS 점수 계산에 포함되는 각 항목들이 최종시력예후와 통계적 관련성이 없었다. 반면에 안구파열, 망막박리 등과 같이 OTS 점수 계산에 포함되는 항목들은 최종시력예후와 관련성이 있어 POTS 보다는 OTS와 더 큰 관련성을 보인 것으로 생각된다. 셋째, 본 연구에서는 초기시력이 측정된 소아청소년만을 대상으로 하였기 때문에 초기시력에 상대적으로 낮은 점수를 부여한 POTS보다 초기시력에 좀 더 큰 비중을 둔 OTS가 최종시력을 예측하는데 있어 좀 더 유용하게 나타난 것으로 생각된다.

본 연구에서 OTS와 POTS 모두 좋은 최종시력보다 불량한 최종시력을 예측할 때 더 좋은 결과를 보였는데, 이는 소아의 경우 초기 안손상 점수가 높더라도 각막 혼탁과 같이 시축을 가리는 병변이 발생할 경우 추후 약시가 발생할 수 있고, 굴절교정 및 가림치료 등과 같은 재활치료가 적절하게 이루어지지 않는다면 시력예후에 나쁜 영향을 미치기 때문인 것으로 보인다. 그리고 본 연구에서는 환자들의 최종시력이 기존의 연구들에 비해 높기 때문에 초기 안손상 점수가 낮은 경우에도 최종시력이 높은 경우가 많아 결과적으로 최종시력 예측에 영향을 미친 것으로 보인다.

결과적으로 국내 개방안구손상이 발생한 소아청소년의 최종시력예후를 예측하는데 있어 OTS 및 POTS가 유용하게 사용될 수 있으며, 특히 20/200 미만의 초기시력과 7.0 mm 이상의 손상 크기는 불량한 최종시력과 좋은 최종시력 모두와 관련이 있는 중요한 예측 인자이다. 소아 개방안구손상 환자가 내원했을 때 불량한 시력이 예상되는 경우 의료진은 보호자에게 충분한 설명과 함께 적절한 치료와 향후 굴절교정 및 가림치료 등의 재활치료에도 신경을 써야 하겠다.

## REFERENCES

- 1) Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD. Birmingham eye trauma terminology (BETT): terminology and classification of mechanical eye injuries. *Ophthalmol Clin North Am* 2002;15:139-43, v.
- 2) Schmidt GW, Broman AT, Hindman HB, Grant MP. Vision survival after open globe injury predicted by classification and regression tree analysis. *Ophthalmology* 2008;115:202-9.
- 3) Négrel AD, Thylefors B. The global impact of eye injuries. *Ophthalmic Epidemiol* 1998;5:143-69.
- 4) Thompson CG, Kumar N, Billson FA, Martin F. The aetiology of perforating ocular injuries in children. *Br J Ophthalmol* 2002;86:920-2.
- 5) Esmaeli B, Elner SG, Schork MA, Elner VM. Visual outcome and ocular survival after penetrating trauma. A clinicopathologic study. *Ophthalmology* 1995;102:393-400.

- 6) Sternberg P Jr, de Juan E Jr, Michels RG, Auer C. Multivariate analysis of prognostic factors in penetrating ocular injuries. *Am J Ophthalmol* 1984;98:467-72.
- 7) De Juan E Jr, Sternberg P Jr, Michels RG. Penetrating ocular injuries. types of injuries and visual results. *Ophthalmology* 1983; 90:1318-22.
- 8) Rahman I, Maino A, Devadason D, Leatherbarrow B. Open globe injuries: factors predictive of poor outcome. *Eye (Lond)* 2006;20: 1336-41.
- 9) Dalma-Weiszhausz J, Quiroz-Mercado H, Morales-Cantón V, et al. Vitrectomy for ocular trauma: a question of timing? *Eur J Ophthalmol* 1996;6:460-3.
- 10) Miyake Y, Ando F. Surgical results of vitrectomy in ocular trauma. *Retina* 1983;3:265-8.
- 11) Pieramici DJ, MacCumber MW, Humayun MU, et al. Open-globe injury. update on types of injuries and visual results. *Ophthalmology* 1996;103:1798-803.
- 12) Hutton WL, Fuller DG. Factors influencing final visual results in severely injured eyes. *Am J Ophthalmol* 1984;97:715-22.
- 13) Punnonen E, Laatikainen L. Prognosis of perforating eye injuries with intraocular foreign bodies. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1989; 67:483-91.
- 14) Matthews GP, Das A, Brown S. Visual outcome and ocular survival in patients with retinal detachments secondary to open or closed-globe injuries. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 1998;29: 48-54.
- 15) Brinton GS, Aaberg TM, Reeser FH, et al. Surgical results in ocular trauma involving the posterior segment. *Am J Ophthalmol* 1982; 93:271-8.
- 16) Martin DF, Meredith TA, Topping TM, et al. Perforating (through-and-through) injuries of the globe. surgical results with vitrectomy. *Arch Ophthalmol* 1991;109:951-6.
- 17) Sternberg P Jr, de Juan E Jr, Michels RG. Penetrating ocular injuries in young patients. initial injuries and visual results. *Retina* 1984;4:5-8.
- 18) Barr CC. Prognostic factors in corneoscleral lacerations. *Arch Ophthalmol* 1983;101:919-24.
- 19) Groessl S, Nanda SK, Mieler WF. Assault-related penetrating ocular injury. *Am J Ophthalmol* 1993;116:26-33.
- 20) Unal MH, Aydin A, Sonmez M, et al. Validation of the ocular trauma score for intraocular foreign bodies in deadly weapon-related open-globe injuries. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008;39:121-4.
- 21) Acar U, Tok OY, Acar DE, et al. A new ocular trauma score in pediatric penetrating eye injuries. *Eye (Lond)* 2011;25:370-4.
- 22) Zhu L, Wu Z, Feng J, et al. Two kinds of ocular trauma score for paediatric traumatic cataract in penetrating eye injuries. *Injury* 2015;46:1828-33.
- 23) Choovuthayakorn J, Patikulasila P, Patikulasila D, et al. Characteristics and outcomes of pediatric open globe injury. *Int ophthalmol* 2014; 34:839-44.
- 24) Schörkhuber MM, Wackernagel W, Riedl R, et al. Ocular trauma scores in pediatric open globe injuries. *Br J ophthalmol* 2014;98: 664-8.
- 25) Kuhn F, Maisiak R, Mann L, et al. The Ocular Trauma Score (OTS). *Ophthalmol Clin North Am* 2002;15:163-5, vi.
- 26) Sobaci G, Akin T, Erdem U, et al. Ocular trauma score in deadly weapon-related open-globe injuries. *Am J Ophthalmol* 2006;141: 760-1.
- 27) Dosková H. Evaluation of results of the penetrating injuries with intraocular foreign body with the Ocular Trauma Score (OTS). *Cesk Slov Oftalmol* 2006;62:48-52.
- 28) Unver YB, Kapran Z, Acar N, Altan T. Ocular trauma score in open-globe injuries. *J Trauma* 2009;66:1030-2.
- 29) Uysal Y, Mutlu FM, Sobaci G. Ocular trauma score in childhood open-globe injuries. *J Trauma* 2008;65:1284-6.
- 30) Han SB, Yu HG. Visual outcome after open globe injury and its predictive factors in Korea. *J Trauma* 2010;69:E66-72.
- 31) Lee YH, Kwag JY, Lee SB. The predictability of ocular trauma score and prognostic factors of open globe injury. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:825-32.
- 32) Shin YI, Lee YH, Kim KN, Lee SB. The availability of modified ocular trauma score in Korean patients with open globe injury. *J Korean Ophthalmol Soc* 2013;54:1902-6.
- 33) Yoo JH, Lee H, Lee J, et al. A statistical observation of ocular injuries and visual predictive value of ocular trauma score. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:1024-9.
- 34) Chio JS, Kim SS, Yi KP. A clinical study of pediatric ocular injuries through emergency room. *J Korean Ophthalmol Soc* 1990;31:69-79.
- 35) Kim HJ, Kwon JY. A clinical observation of perforating ocular injuries. *J Korean Ophthalmol Soc* 1989;30:123-30.
- 36) Oh TS, Ahn Y. Clinical picture of the pediatric ocular trauma. *J Korean Ophthalmol Soc* 2001;42:119-26.
- 37) Seo KS. Development of Korean preventive guideline for eye injury. Cheongju: KCDC; 2010 Feb. 160p. Report No.: KCDC 2010-E33005-00.
- 38) Kim CR, Lee CS, Kim JB, Park YG. Clinical evaluation of the pediatric ocular trauma. *J Korean ophthalmol Soc* 2000;41:993-9.
- 39) Jandek C, Kellner U, Bornfeld N, Foerster MH. Open globe injuries in children. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238: 420-6.
- 40) Kim JH, Yu YS. Clinical course and predictive factors of final visual acuity in children with penetrating ocular trauma. *J Korean ophthalmol Soc* 2003;44:699-705.
- 41) Read SP, Canuoto KM. Traumatic open globe injury in young pediatric patients: characterization of a novel prognostic score. *J AAPOS* 2016;20:141-4.



= 국문초록 =

## 소아청소년 개방안구손상 환자에서의 시력예후와 안외상 점수와의 연관성

**목적:** 소아청소년 환자에서 발생한 개방안구손상의 임상 양상을 분석하여 최종시력을 예측할 수 있는 인자를 알아보고, 최종시력을 예측하는 방법으로 안외상 점수(ocular trauma score, OTS)와 소아 안외상 점수(penetrating ocular trauma score, POTS)를 평가해 보고자 한다.

**대상과 방법:** 1993년 5월부터 2014년 4월까지 개방안구손상으로 본원에 내원한 18세 이하 소아청소년 환자 77명을 대상으로 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 최종시력에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 조사하였고, 최종시력을 예측하는 방법으로 OTS와 POTS를 receiver operating characteristic 곡선을 이용하여 평가해 보았다.

**결과:** 단변량 분석에서 20/200 미만의 초기시력, 안구파열, 7.0 mm 이상의 손상 크기, 망막박리, 수정체이탈, 총 수술 횟수는 불량한 최종시력(<20/200)과 유의한 관련성이 있었다. 반면에 20/32 이상의 좋은 최종시력의 경우 각막중심 침범 유무, 외상백내장 유무, 7.0 mm 미만의 손상 크기, 20/200 이상의 초기시력과 관련성이 있었다. OTS와 POTS 모두 최종시력을 예측하는 방법으로 진단적 가치가 있었으며, 통계적으로 두 점수 체계에 유의한 차이는 없었다.

**결론:** 소아청소년에게 발생한 개방안구손상에서 초기시력과 안구손상 크기는 최종시력에 영향을 주는 중요한 예측인자이다. 소아청소년 개방안구손상 환자의 최종시력 예측에 있어 기존의 안외상 점수(OTS)뿐만 아니라 소아 안외상 점수(POTS) 또한 좋은 예측도를 보여주어 둘 모두 유용한 평가 방법으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2018;59(11):1062-1070〉

박수진 / Su Jin Park

경북대학교 의과대학 안과학교실  
Department of Ophthalmology,  
School of Medicine,  
Kyungpook National University

